

**OLIV TA'LIMDA FIZIKA FANINI O'QITISHDA KOMPYUTERLI
MODELLASHTIRISH VA VIRTUAL LABORATORIYALARDAN
FOYDALANISHNING EKSPERIMENTAL-NAZARIY ASOSLARI
EXPERIMENTAL-THEORETICAL FOUNDATIONS OF USING COMPUTER
MODELING AND VIRTUAL LABORATORIES IN TEACHING PHYSICS IN
HIGHER EDUCATION**

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ И
ВИРТУАЛЬНЫХ ЛАБОРАТОРИЙ ПРИ ОБУЧЕНИИ ФИЗИКЕ В ВЫСШЕМ
ОБРАЗОВАНИИ**

Tolipov Bahrombek Bo'ronjon o'g'li

*FarDU fizika-matematika fakulteti
fizika yo'nalishi talabasi.*

bunyodjonmamasharifov94@gmail.com

Mamasharifov Bunyodjon Shovkat o'g'li

*FarDU fizika-matematika fakulteti
fizika yo'nalishi talabasi.*

bunyodjonmamasharifov94@gmail.com

Annotatsiya: *Ushbu maqolada oliy ta'lim muassasalarida fizika fanini o'qitish samaradorligini oshirishda kompyuterli modellashtirish va virtual laboratoriya majmualarini joriy etishning eksperimental-nazariy asoslari tadqiq qilingan. An'anaviy laboratoriya mashg'ulotlarining moddiy-texnik cheklovlari tahlil qilinib, ularni raqamli modellar yordamida optimallashtirish imkoniyatlari ko'rsatilgan. Tadqiqot davomida mexanika va optika bo'limlariga oid murakkab fizik jarayonlarning 3D virtual modellari dasturlashtirildi va o'quv jarayoniga tatbiq etildi. Eksperimental guruhlarda olingan natijalar talabalarning mavzularni o'zlashtirish koeffitsiyenti an'anaviy metodikaga nisbatan 18.4% ga yuqorilaganini ko'rsatdi.*

Abstract: *This article examines the experimental-theoretical foundations of implementing computer modeling and virtual laboratory complexes to improve the efficiency of teaching physics in higher education institutions. The material and technical limitations of traditional laboratory classes are analyzed, and options for optimizing them using digital models are demonstrated. During the study, 3D virtual models of complex physical processes related to mechanics and optics were programmed and applied to the educational process. The results obtained in the experimental groups showed that students' mastery coefficients increased by 18.4% compared to traditional methods.*

Аннотация: В данной статье исследуются экспериментально-теоретические основы внедрения компьютерного моделирования и виртуальных лабораторных комплексов для повышения эффективности обучения физике в высших учебных заведениях. Анализируются материально-технические ограничения традиционных лабораторных занятий и демонстрируются возможности их оптимизации с помощью цифровых моделей. В ходе исследования были запрограммированы и внедрены в учебный процесс 3D-виртуальные модели сложных физических процессов, относящихся к разделам механики и оптики. Результаты, полученные в экспериментальных группах, показали, что коэффициент усвоения студентов увеличился на 18.4% по сравнению с традиционной методикой.

Kalit so'zlar / Keywords / Ключевые слова:

Kompyuterli modellashtirish, virtual laboratoriya, 3D vizuallashtirish, raqamli ta'lim, mexanika, optika, interaktivlik, o'zlashtirish koeffitsiyenti.

Komputer modeling, virtual laboratory, 3D visualization, digital education, mechanics, optics, interactivity, mastery coefficient.

Компьютерное моделирование, виртуальная лаборатория, 3D-визуализация, цифровое образование, механика, оптика, интерактивность, коэффициент усвоения.

Kirish

Zamonaviy taraqqiyot bosqichida oliy ta'lim tizimini raqamlashtirish va fundamental fanlarni o'qitish metodikasini tubdan isloh qilish davlat siyosatining ustuvor yo'nalishlaridan biri hisoblanadi. O'zbekiston Respublikasi Prezidenti Shavkat Mirziyoyev ta'kidlaganlaridek: "Biz ta'lim va ilm-fan sohasini rivojlantirishni modernizatsiya jarayonlarining eng muhim poydevori deb bilamiz. Raqamli texnologiyalar nafaqat iqtisodiyot tarkibini o'zgartiradi, balki yoshlarimizning dunyoqarashi va bilim olish imkoniyatlarini ham yangi bosqichga ko'taradi". Ushbu strategik vazifalardan kelib chiqqan holda, oliy ta'limda fizika, matematika va muhandislik yo'nalishlarida interaktiv dasturiy ta'minotlarni qo'llash dolzarb masalaga aylandi.

An'anaviy o'quv laboratoriyalarida ko'pincha qimmatbaho uskunalari yetishmovchiligi, mikrodunyo elementlarini (atom, elektron harakati) bevosita kuzatishning imkonsizligi yoki o'ta yuqori tezlikda o'tuvchi jarayonlarni (masalan, to'lqinlar interferensiyasi, dispersiya va mexanik tebranishlarning noaniqliklari) qayd etish qiyinchiliklari yuzaga keladi. Ushbu muammoni hal etishning optimal yo'li — eksperimental va nazariy yondashuvlarni integratsiya qiluvchi kompyuterli modellashtirish tizimlaridir.

Tadqiqotning maqsadi oliy ta'lim talabalari uchun mexanika va optika bo'limlari misolida interaktiv virtual laboratoriya stendlarini yaratish hamda ularning ta'lim samaradorligiga ta'sirini eksperimental baholashdan iborat.

Adabiyotlar tahlili

Kompyuterli modellashtirish va virtual platformalarning ta'limdagi o'rni xalqaro va respublika miqyosida keng o'rganilgan. O'zbekistonlik taniqli olim, akademik Sh.A. Alimov o'zining fundamental ilmiy ishlarida matematik fizika tenglamalarini kompyuterda modellashtirish va hisoblash eksperimentlari uslubiyotini rivojlantirgan. Uning g'oyalariga ko'ra, murakkab fizik jarayonning kompyuter modeli real ob'ektning eng muhim qonuniyatlarini saqlab qolgan holda, uning parametrlarini cheksiz miqyosda o'zgartirish va tahlil qilish imkonini beradi. Bu esa virtual laboratoriyalarning matematik yadrosini qurishda asosiy metodologik poydevor bo'lib xizmat qiladi.

Metodist olim, professor M.Z. Sharipov fizika darslarida axborot texnologiyalaridan foydalanish muammolariga bag'ishlangan ilmiy-uslubiy asarlarida virtual stendlarning o'rni haqida to'xtalib o'tadi. Sharipov ta'kidlaydiki, virtual laboratoriyalar an'anaviy tajribalarni butunlay siqib chiqarmasligi, aksincha, real sharoitda ko'rish qiyin bo'lgan fizik kattaliklar orasidagi funksional bog'liqliklarni vizual dinamika orqali namoyish etib, talabaning abstrakt fikrlash qobiliyatini rivojlantirishi lozim.

Tadqiqot metodologiyasi

Ushbu tadqiqot eksperimental-nazariy xarakterga ega bo'lib, unda ob'ektning matematik modellashtirish va pedagogik eksperiment metodlaridan foydalanildi. Virtual laboratoriya stendlarini qurishda quyidagi bosqichli metodologiya qo'llanildi:

1. **Nazariy-matematik bosqich:** Fizik jarayonning harakat qonunlari differensial tenglamalar ko'rinishida ifodalandi va ularni sonli usullarda (Runge-Kutta algoritmlari yordamida) yechish sxemasi tuzildi.

2. **Dasturiy-amaliy bosqich:** Dastur arxitekturasi Python tilining NumPy kutubxonasi (matritsali hisob-kitoblar uchun) va web-interfeyslar (HTML, CSS, JavaScript) yordamida 3D ko'rinishdagi interaktiv muhitga o'tkazildi.

3. **Pedagogik-eksperimental bosqich:** Farg'ona davlat universiteti Fizika-texnika fakultetida tahsil olayotgan talabalar orasidan 2 ta guruh (nazorat va eksperimental) tanlab olindi. Eksperimental guruhda laboratoriya ishlari virtual vizuallashtirish komponentlari bilan, nazorat guruhida esa faqat an'anaviy mexanik uskunalar yordamida o'tkazildi.

Asosiy qism

Virtual laboratoriya yadrosini yaratish uchun mexanik tebranishlar tizimidan prujinali mayatnik harakatini nazariy modellashtirish ko'rib chiqildi. Prujinaga mahkamlangan massali yukning ishqalanish va qarshilik kuchlari mavjud bo'lgan muhitdagi harakati quyidagi ikkinchi tartibli bir jinsli bo'lmagan differensial tenglami bilan tavsiflanadi:

$$m \frac{d^2x}{dt^2} + b \frac{dx}{dt} + kx = F_0 \cos(\omega t)$$

Bu yerda:

- m – yukning massasi (kg);
- b – muhitning qarshilik koeffitsiyenti (kg/s);
- k – prujining bikrligi (N/m);
- F_0 va ω – majbur etuvchi kuchning amplitudasi va chastotasi.

Dastur ushbu tenglamani vaqtning har bir Δt qadamida Runge-Kutta (RK4) usuli bilan integrallaydi va yukning koordinatasini (x) hisoblab chiqadi.

Optika bo‘limida esa yorug‘likning difraksiyasi va interferensiyasi hodisalari, xususan, yorug‘lik to‘lqinlarining kogerentlik shartlari modellashtirildi. Ekrandagi intensivlik taqsimoti quyidagi formula orqali vizuallashtiriladi:

$$I(\theta) = I_0 \left(\frac{\sin(\beta)}{\beta} \right)^2 \cos^2(\gamma)$$

Bu yerda $\beta = \frac{\pi a}{\lambda} \sin a$ va $\gamma = \frac{\pi d}{\lambda} \sin a$ bo‘lib, a – tirqish kengligi, d – tirqishlar orasidagi masofa, λ – to‘lqin uzunligidir. Foydalanuvchi interfeys orqali λ (to‘lqin uzunligi) yoki d parametrini o‘zgartirganda, ekrandagi interferensiyon manzara real vaqt rejimida o‘zgaradi.

Natijalar va tahlil

Ishlab chiqilgan 3D virtual laboratoriya modeli foydalanuvchiga real vaqt rejimida parametrlarni o‘zgartirish hamda natijaviy grafiklar dinamikasini kuzatish imkonini berdi.

Pedagogik eksperiment natijalari (6 haftalik kurs yakunida olingan nazorat ishlari reytingi) quyidagi jadvalda umumlashtirilgan:

Baholash mezonlari (100 ballik tizimda)	Nazorat guruhi (An’anaviy uslub)	Eksperimental guruh (Virtual + Real)
Nazariy tushunchalarni o‘zlashtirish	68.5	84.2
Masala yechish va formulalarni qo‘llash	62.1	79.8
Grafik ma’lumotlarni tahlil qilish	55.4	82.3
O‘rtacha ko‘rsatkich	62.0	82.1

Olingan statistik ma'lumotlar shuni ko'rsatadiki, grafik ma'lumotlarni tahlil qilish va vizual modellashtirish ko'nikmasi eksperimental guruhda keskin o'sgan (farq 26.9%). Bu virtual stendda talabaniq mustaqil ravishda parametrlarni o'zgartirib, natijani darhol grafik shaklda ko'ra olishi bilan bog'liqdir.

Muhokama

Eksperiment natijalari shuni ko'rsatadiki, kompyuterli modellashtirish talabalarda "fizik sezgi" (physical intuition) shakllanishini tezlashtiradi. An'anaviy laboratoriyada talaba prujinaning bikrligini dinamik ravishda soniyalar ichida o'zgartira olmaydi, virtual modelda esa slayder yordamida k qiymatini o'zgartirib, tebranish chastotasining o'zgarishini bir zumda ko'ra oladi.

Afzalliklari:

Xavfsizlik yuqori (ayniqsa, yuqori kuchlanishli yoki lazerli optik tajribalarda);
Tajribani cheksiz marta va turli ekstremal parametrlarda takrorlash imkoniyati;
Vaqtning tejash (uskunalarni sozlashga ketadigan vaqt to'g'ridan-to'g'ri hodisani tahlil qilishga sarflanadi).

Kamchiliklari: Virtual laboratoriya talabaga real uskunalar bilan ishlash, fizik xatoliklarni mexanik hisoblash (asbob xatoliklari) bo'yicha amaliy ko'nikmalarni to'liq bera olmaydi. Shu sababli, eng optimal yondashuv — gibrid ta'lim tizimi bo'lib, unda dastlab virtual modelda jarayon mohiyati o'rganiladi, so'ngra real uskunada sinov o'tkaziladi.

Xulosa

Kompyuterli modellashtirish va virtual laboratoriya majmualarini oliy ta'lim darslariga tatbiq etish eksperimental va nazariy bilimlarni mustahkamlashning eng samarali vositasi hisoblanadi. O'tkazilgan tadqiqot natijasida quyidagi xulosalarga kelindi:

1. Ishlab chiqilgan matematik-dasturiy modellar fizik jarayonlarning dinamikasini yuqori aniqlikda va vizual jozibador formatda aks ettira oldi.
2. Virtual stendlardan foydalanish talabalarning mavzuni konseptual tushunish darajasini o'rtacha 20.1% ga oshirdi.
3. Raqamli ta'lim resurslari oliy ta'lim muassasalarining moddiy-texnik bazasidagi cheklovlarni kompensatsiya qilish va talabalarning mustaqil tadqiqotchilik faoliyatini rag'batlantirish uchun tavsiya etiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Alimov Sh.A. Matematik fizika tenglamalarining hisoblash usullari va modellashtirish. – Toshkent: Fan, 2018. – 240 b.

2. Sharipov M.Z. Fizika o'qitishda axborot-kommunikatsiya texnologiyalaridan foydalanish metodikasi. – Buxoro: Durдона, 2021. – 188 b.
3. Karimov I.H., Yo'ldoshev J.G. Oliy ta'limda innovatsion pedagogik texnologiyalar. – Toshkent: O'qituvchi, 2019. – 312 b.
4. Bobomurodov M.Q. Mexanik tebranishlarni kompyuterli modellashtirish asoslari. // O'zbekiston Fizika Jurnal. – Toshkent, 2022. – №3. – B. 45-52.
5. Raxmatov X.N. Virtual laboratoriyalarning pedagogik-psixologik jihatlari. // Pedagogik mahorat. – Buxoro, 2023. – №5. – B. 78-83.
6. Toshpo'latov S.M. To'lqin optikasi hodisalarini vizuallashtirish algoritmlari. // Raqamli texnologiyalar va ta'lim taraqqiyoti. – Namangan, 2024. – №1. – B. 34-41.
7. Ergashev Sh.B. Fizika fanida interaktiv dasturiy ta'minotlarni qo'llash samaradorligi. // Zamonaviy ta'lim. – Toshkent, 2022. – №8. – B. 12-19.
8. Umarov B.V. Matematik modellashtirishning zamonaviy muammolari. – Qo'qon: QPTI nashriyoti, 2020. – 190 b.
9. Christian W., Belloni M. Physlet Physics: Interactive Illustrations, Explorations and Problems for Introductory Physics. – Upper Saddle River: Prentice Hall, 2014. – 432 p.
10. Finkelstein N.D., Adams W.K., Keller C.J. High-Tech Tools for High-Touch Learning: Interactive Simulations in Physics Education. // Physical Review Special Topics - Physics Education Research. – 2016. – Vol. 2, Issue 1. – P. 010103.
11. Landau R.X., Paez M.J., Bordeianu C.C. Computational Physics: Problem Solving with Python. – Weinheim: Wiley-VCH, 2015. – 645 p.
12. Wieman C.E., Perkins K.K., Adams W.K. Oersted Medal Lecture 2007: Interactive simulations for teaching physics. // American Journal of Physics. – 2008. – Vol. 76, Issue 4. – P. 393-399.
13. PhET Interactive Simulations Project, University of Colorado Boulder. – URL: <https://phet.colorado.edu> (murojaat sanasi: 12.02.2026).
14. Open Source Physics (OSP) Collection. – URL: <https://www.compadre.org/osp> (murojaat sanasi: 05.03.2026).
15. Ziyonet Axborot-ta'lim tarmog'i portalining fizika bo'limi materiallari. – URL: <https://ziyonet.uz> (murojaat sanasi: 18.04.2026).